新能源汽车多尺寸电池包的柔性化转运方案

管磊 徐康 辛国伟 王刚

（迈赫机器人自动化股份有限公司，潍坊 262200）

摘要：为满足新能源汽车多尺寸电池包在总装过程中的柔性输送与精准装配需求，设计了基于双层滚床输送系统的电池包柔性化转运方案。该方案采用可调节限位托块的滑橇设计，结合T型移栽机、自动导引车及空中缓存系统，建立了覆盖电池包上线、缓存、下线合装及空滑橇返回的全流程输送体系。通过PLC控制系统集成射频识别技术与制造执行系统，实现了电池包信息跟踪与生产队列的精确同步。结果表明，该系统可实现40个电池包的空中缓存，车间空间利用率提升30%以上，电池包上线准确率达到99.5%，在60 JPH生产节拍下可保障40 min的持续供应。

关键词：电池包 滑橇 T型移栽机 PLC控制系统 射频识别技术

中图分类号：U466 **文献标志码：**B **DOI:** 10.19710/J.cnki.1003-8817.20250188

Flexible Transfer Solutions for Multi-Sized Battery Packs of New Energy Vehicles

Guan Lei, Xu Kang, Xin Guowei, Wang Gang

(MH Robot & Automation Co., Ltd., Weifang 262200)

Abstract: To address the requirements for flexible transportation and precise assembly of multi-size battery packs of new energy vehicles during the final assembly process, a flexible transfer solution for battery packs based on a double-layer roller bed conveyor system has been researched and developed. This solution adopts a skid design with adjustable limiting blocks, and combines a T-type transfer machine, automated guided vehicles, and an overhead buffer system to establish a full-process conveying system covering battery pack loading, buffering, offline assembly, and empty skid return. By integrating Radio Frequency Identification technology and a Manufacturing Execution System through a PLC control system, accurate synchronization between battery pack information tracking and production queues is achieved. Implementation results show that the system can realize overhead buffering of 40 battery packs, improve the workshop space utilization rate by more than 30%, and achieve a battery pack loading accuracy rate of 99.5%. It can ensure continuous supply for 40 min under a production rhythm of 60 JPH (Jobs Per Hour). This conveying solution provides effective technical support for the mixed-model production of new energy vehicles.

Key words: Battery packs, Skid, T-type transfer machine, PLC control system, Radio frequency identification

1 前言

与传统燃油车相比，新能源汽车总装生产线增设了电池包输送线与合装工序。针对某总装车间车型多、尺寸跨度大、电池包种类复杂等工况，提出多尺寸电池包柔性转运方案。该方案通过滑橇输送系统实现电池包存储与输送，采用电动葫芦上件，T型移栽机转接，最终由自动导引车（Automated Guided Vehicle, AGV）完成与车身合装。方案规划了双层滚床、旋转滚床、定位夹紧器等关键

作者简介：管磊（1990—），男，工程师，学士学位，研究方向为智能制造。

参考文献引用格式：

管磊，徐康，辛国伟，等. 新能源汽车多尺寸电池包的柔性化转运方案[J]. 汽车工艺与材料，2026(3): 67-72.

GUAN L, XU K, XIN G W, et al. Flexible Transfer Solutions for Multi-Sized Battery Packs of New Energy Vehicles[J]. Automobile Technology & Material, 2026(3): 67-72.

设备，并在空滑橇返回道设置自动调托机构，确保电池包精准定位。控制系统以可编程控制器（Programmable Logic Controller，PLC）为核心，集成射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）与生产管理系统（Manufacturing Execution System，MES），保障输送稳定性和顺序准确性，以提升电池包缓存量，并通过二层平台设计优化空间利用率，提高柔性化输送效率和上线准确率。

2 电池包原上线方式及差异

在新能源汽车发展初期，多数主机厂仍沿用传统燃油车的生产工艺，生产线未设置专用的电池合装工位与设备。常见的装配方式是在底盘线使用电动升降台承载电池包与车身合装，随后对连接螺栓进行紧固。此时，电池包通常由叉车转运至生产线。

随着新能源汽车产业的快速发展，其生产线和制造工艺水平显著提升。车身与电池包的合装工艺已进入 AGV 同步合装阶段，通过在 AGV 上设置光学定位靶标，使其能够跟随底盘吊具同步运行，实现精准合装。

由于各新能源汽车主机厂的电池包来源不同，其运输方式也存在差异：部分电池包直接从电池车间输送至总装车间，而更多的则需从厂区外运输至总装车间，再转运至生产线。等待上线合装的电池包用托盘摆放后堆在线边，如图 1 所示。上线作业人员根据车辆生产顺序，人工确认对应车型的电池包，并通过吊装设备将其放置到 AGV 上[1]，该转运方式工人工作量大，叉车频繁作业提高了安全风险，合装线旁需预留较大区域用于电池包暂存，且人工确认电池包存在较高的错误率。



图 1 摆放在线边的电池包

3 电池包输送及装配方案

本方案以提升自动化、柔性化水平和空间利用率为目标，针对传统电池包输送和装配过程中的问题，在总装车间内建设了一套基于滚床输送的电池包输送系统。该系统采用双层滚床结构，上层用于电池包输送与存储，下层用于空滑橇返回。电池包输送线的上线段和下线段布置在车间一层，其余缓存段通过升降机提升至二层钢平台，实现了电池包与空滑橇在平台上的自动化输送与存储，显著节约了车间一层的占地面积，提高了空间利用效率，具体方案布置如图 2 所示。

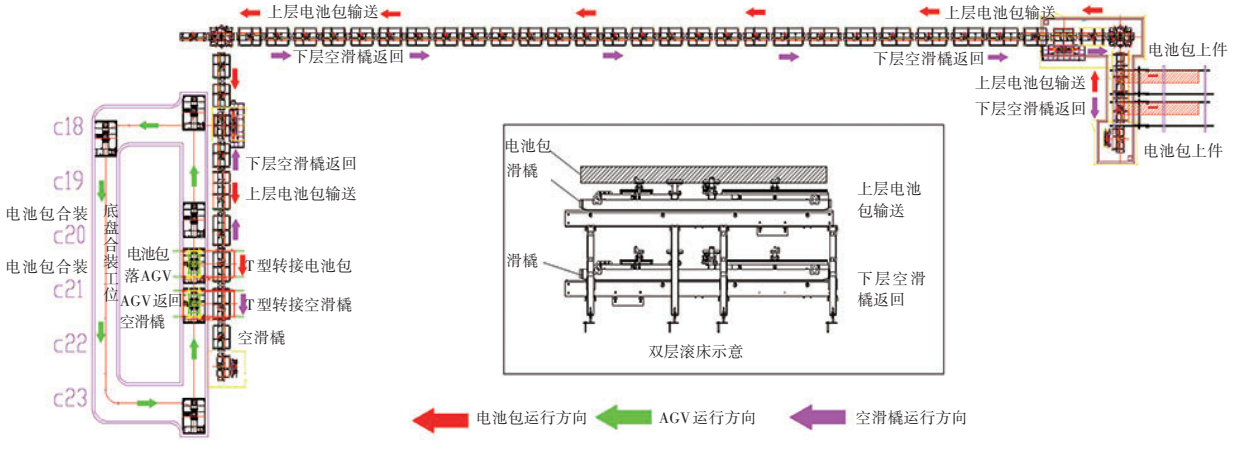


图 2 方案布置

3.1 电池包滑橇

电池包滑橇作为电池包在输送线上的载具，其结构如图 3 所示，主要由纵梁、底部平托、滑轨、可调节限位托块、载码体及安装支架组成。电池包放

置于滑橇上,通过中间的平托和四周的限位托块共同提供支撑,确保滑橇在输送过程中电池包不发生位移。滑橇的前部安装有载码体,用于RFID识别系统读取和写入电池包及其对应车型的相关信息[2]。

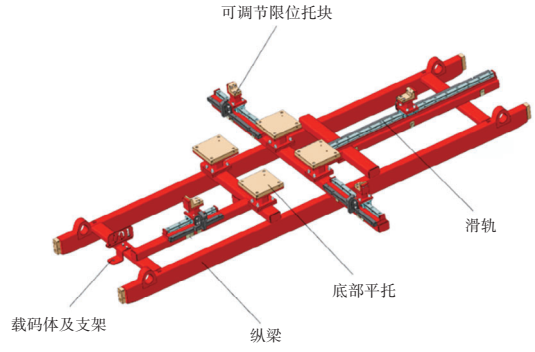


图3　电池包滑橇

由于该主机厂车型较多,电池包尺寸和外形差异较大,为满足多车型混线生产和电池包输送缓存的需求,滑橇的限位托块设计为可调节结构,可沿滑轨进行轴向位置调整,如图4所示。

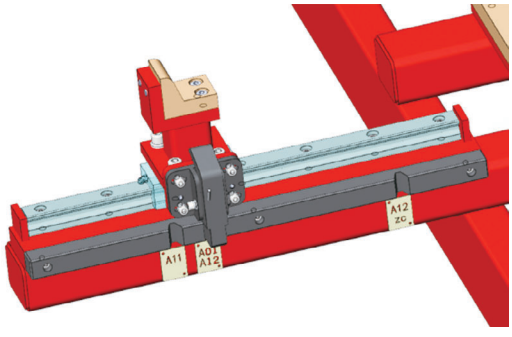


图4　滑橇可调节限位托块

然而,可调节设计带来了新的技术挑战:限位托块在滑轨上的自由滑动可能导致其无法有效限位电池包,为此,在托块安装座上增加了限位拨爪,如图5所示,并在滑轨侧面设置对应卡槽。拨爪与卡槽精准对位后即可确定特定电池包的限位位置。该拨爪采用弹簧装置,在未受外力时保持卡入状态。滑橇前、后、左、右4个方向均设有相同的限位拨爪及对应卡槽结构。由于不同车型电池包的尺寸及其在滑橇上的安装位置存在差异,卡槽在滑轨上的相对位置和长度需根据具体车型的电池包安装要求确定。为便于操作人员识别,卡槽位置均贴有对应的电池包型号代码。

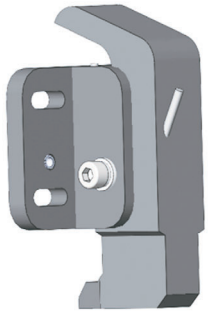


图5　限位拨爪

3.2　电池包上线方案

电池包上线采用KBK电动葫芦吊装方式,具体布置如图6所示。上线工位配备有信息指示屏,用于实时显示由MES系统集成的总装车间车辆生产计划、排序信息,同时,系统根据生产计划自动匹配所需的电池包型号及对应的物料编码信息并同步显示[3]。

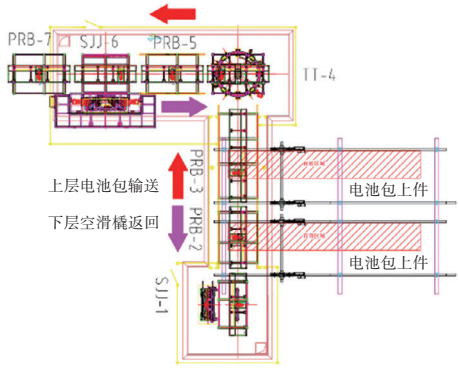


图6　电池包上线方案

操作工位PRB-2、PRB-3滚床旁设有专用按钮盒。当操作人员完成电池包在滑橇上的放置并卸除KBK葫芦吊具后,通过按下完工按钮触发系统响应,操作位置如图7所示。此时,位于上线工位的RFID读写器自动将MES系统下发的车型数据与电池包物料编码写入当前滑橇的载码体中。该绑定信息将随电池包与滑橇持续流转,直至电池包完成下线装配。



图7　电池包上线入口

3.3 电池包空中缓存

完成装载的电池包滑橇沿输送方向自动运行，经旋转滚床定向后，通过高位升降机提升至二层平台（图 8）。二层平台采用全双层设备布局，上层负责电池包滑橇的输送，下层专用于空滑橇的返回循环。平台共配置 30 套双层滚床单元，可实现 30 组满载电池包与 30 个空滑橇的同步缓存。



图 8 电池包空中缓存段

该空中缓存方案显著减少了地面空间占用，提升了车间空间利用率。通过集成 MES 系统与 RFID 识别技术，电池包队列顺序与总装线车身生产序列保持实时同步[4]。

3.4 电池包下线方案

电池包的下线采用 T 型移栽机将电池包连同滑橇整体转移至电池合装 AGV 上，方案布局如图 9 所示。

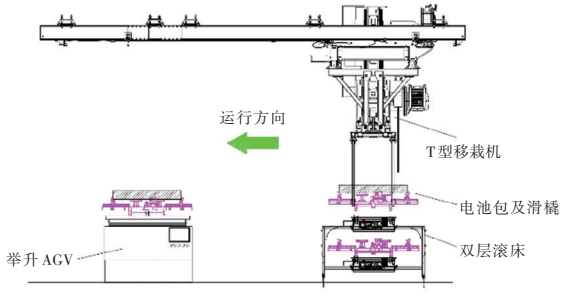


图 9 电池包下线方案

电池包的下线具体执行流程为：

a. 电池包滑橇输送至转接滚床并精确定位，滚床底部夹紧装置对滑橇实施夹紧固定；

b. 转接工位 RFID 读头读取滑橇载码体信息，并将数据写入输送线 PLC 存储区；

c. T 型移栽机由高位下降至低位作业位置，如图 10 所示；

d. 移栽机吊装钩径向收缩，精准插入滑橇吊装孔；

e. 解除滚床滑橇定位夹紧装置；

f. 移栽机提升至高位，同时 PLC 将电池包及车型数据写入移栽机存储区，并清除原转接位数据；

g. 移栽机平移至合装 AGV 上方准确定位；

h. 移栽机下降，将电池包及滑橇整体放置于 AGV 承载面；

i. 吊装钩径向伸展脱离滑橇吊装孔，同时将数据由移栽机存储区传输至 AGV 控制系统；

j. 移栽机复位至高位，清空内部存储数据；

k. 移栽机返回转接滚床上方待命，完成整个转接流程。

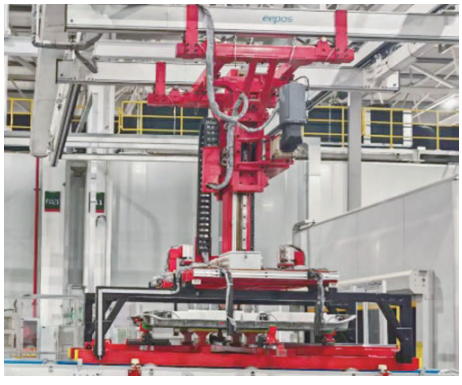


图 10 T 型吊装电池包

至此，电池包与滑橇系统整体移载至合装 AGV，由 AGV 执行与车身的同步跟踪及举升合装工序。

3.5 空滑橇的回收及返回

完成电池包与车身合装后，AGV 承载空滑橇运行至专用转接工位，其路径规划如图 11 所示。T 型移栽机执行与取件作业相反的逆序流程，将空滑橇抓取并复位至电池包输送线，空滑橇返回，如图 12 所示。

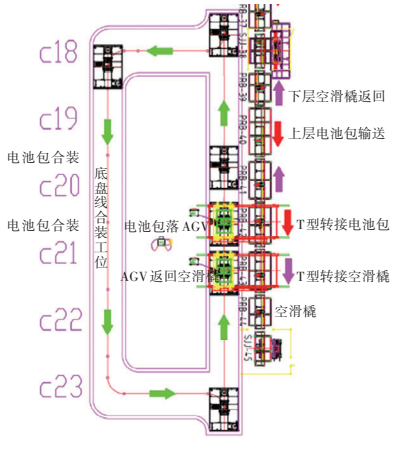


图 11 AGV 与电池包输送交互路线

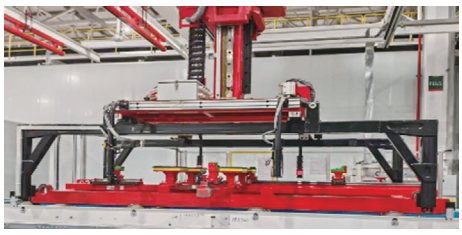


图12　T型返回空滑橇

返回输送线的空滑橇沿既定路径继续运行，通过升降滚床从二层缓存平台返回至一层输送系统，在一层完成后续输送与暂存后，最终循环至上线工位重复使用。

3.6　空滑橇限位托块自动调节

该生产线涉及多种车型，电池包型号及尺寸各异，因此，滑橇的限位托块需具备多位置调节功能。实现电池包的柔性化输送与转接是本方案的关键技术难点，其中，限位托块根据电池包尺寸的自动调节功能尤为重要。

为此，设计了空滑橇限位托块自动调节机构。如图13所示，该机构安装于电池包上线滚床PRB-3的下层，具体工位位置如图13所示。

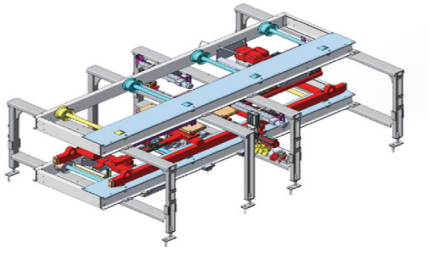


图13　自动调节机构安装工位

自动调节机构的核心组成如图14所示，包括4套伺服电缸，各电缸驱动具有不同行程的滑台。滑台通过固定支架安装于滚床基体，其上配置有气缸。气缸的往复运动驱动夹块执行伸缩动作，从而实现对限位拨爪的精准控制，完成限位托块的位置调节。

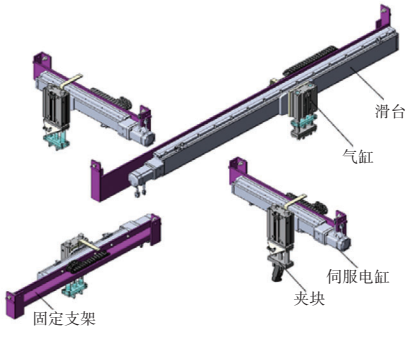


图14　限位托块自动调节机构

限位托块自动调节的具体流程如下：

a. 空滑橇输送到位后，由一层滚床的夹紧器实现精确定位；

b. RFID读头读取滑橇载码体信息，识别上一循环的电池包的型号信息；

c. 根据识别的电池包型号，确定当前限位托块拨爪所处的卡槽位置；

d. 基于MES系统提供的上线队列信息，判断后续的电池包型号，若型号一致则直接放行，若型号变更则启动自动调节程序；

e. 调节过程中，PLC调用预存的各型号电池包对应的卡槽位置参数。伺服电缸驱动气缸组移至原卡槽位置，气缸伸出使夹块夹持拨爪，克服弹簧力实现拨爪与卡槽的分离（图15、图16），随后滑台移至新电池包对应的卡槽位置，气缸收回，拨爪在弹簧作用下卡入新卡槽，4组调节机构同步执行上述动作；

f. 完成调节后，电缸驱动滑台复位，气缸返回初始位置。

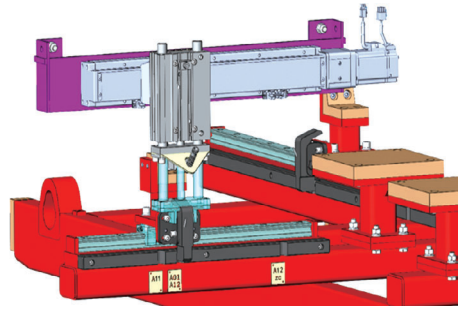


图15　夹块向下夹住拨爪

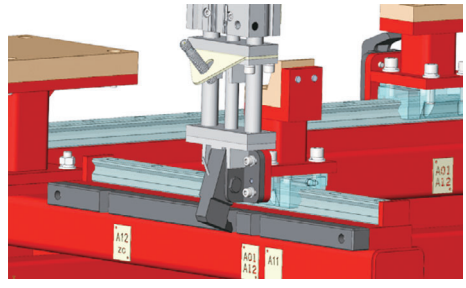


图16　拨爪与卡槽脱离

3.7　电池包的输送流程

电池包输送的完整流程如图17所示。本方案实施后，显著提升了电池包输送及转接效率。通过集成MES系统与RFID识别技术，实现了对操作人员人工视觉识别需求的降低，大幅提高了合装准确率[5]，成功实现了多尺寸电池包的柔性化输送

与转接。

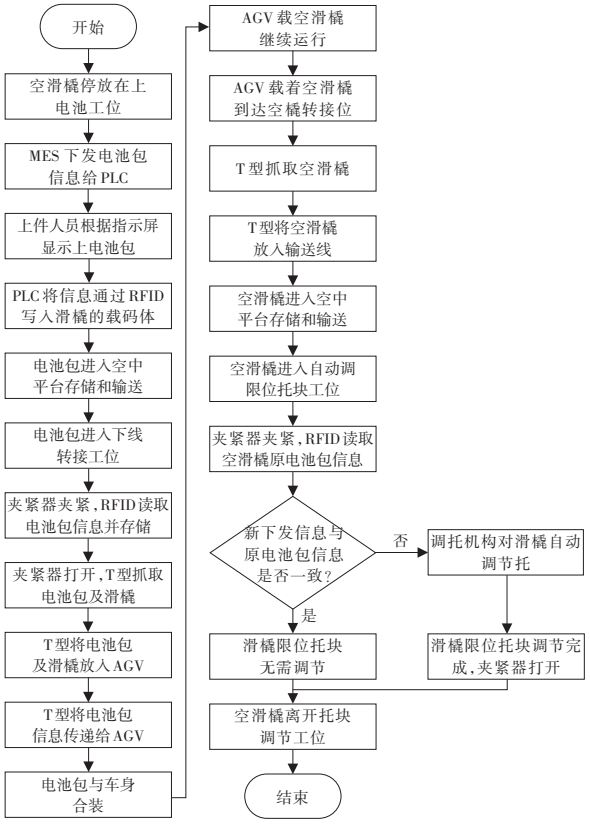


图17 电池包输送流程

本文方案主要特点包括：全自动车型队列下发、全自动T型转运、全自动空橇返回以及全自动空滑橇限位托块调节。空中缓存系统不仅节约了车间地面空间、提高了空间利用率，同时有效降低了因电池包供应不及时导致的主线停线风险。

相较于将电池包堆放在底盘线旁的传统作业方式，本文方案可实现40个电池包的队列预排布，显著延长了因电池包供应中断造成主线停产的缓冲时间。按照60 JPH的生产节拍计算，输送线提供的电池包缓存可满足40 min的生产需求。

该项目已稳定运行6个月，生产线表现可靠，有效保障了生产企业的产能要求与交付进度，为新能源汽车制造提供了有力的工艺装备支持。

4 结束语

本文转运方案在主机厂的实施为同行业以及相关的设备供货商提供了成功案例。本文方案，可延伸拓展到其他行业的柔性化生产制造中。后续将以本文方案为基础，以提升存储量和生产节拍为目标，并与目前国际先进的立体库存储相结合，开发更为先进的柔性化转运及存储技术。

参考文献：

[1] 黄青斌, 韩培培, 乐慧杰, 等. 基于插电式混合动力汽车混线生产的工艺优化研究[J]. 汽车工艺与材料, 2017(3): 17-21.

[2] 苏丽媛, 陆玉凯, 况立江. 浅析RFID技术在汽车制造过程中的应用[J]. 汽车实用技术, 2021, 46(11): 141-143.

[3] 奚军. 基于SAN架构的开放式网络安全数据存储系统设计[J]. 现代电子技术, 2020, 43(15): 82-85.

[4] 王力. 机械自动化技术在汽车制造中的应用[J]. 汽车测试报告, 2024(21): 32-34.

[5] 黄凯峰, 钟慧欣. 电气自动化技术在汽车制造中的应用[J]. 汽车测试报告, 2023(21): 40-42.

AT&M